

Uma nova Abordagem para a Sustentabilidade e Criatividade na Engenharia de Requisitos (A new Approach to Sustainability and Creativity in Requirements Engineering)

Clara Silveira

Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico da Guarda /UDI
Guarda, Portugal
mclara@ipg.pt

Vitor Santos

NOVA Information Management
School
Universidade Nova de Lisboa
Lisboa, Portugal
vsantos@novaims.unl.pt

Henrique Mamede

INESC TEC
Departamento de Ciências e Tecnologia
Universidade Aberta
Lisboa, Portugal
hsmamede@gmail.com

Leonilde Reis

Escola Superior de Ciências
Empresariais
Instituto Politécnico de Setúbal
Setúbal, Portugal
leonilde.reis@esce.ips.pt

This is the accepted version of the conference paper published by IEEE at *CISTI 2021 - 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*:

How to cite: Silveira, C., Santos, V., Reis, L., & Mamede, H. (2021). Uma nova Abordagem para a Sustentabilidade e Criatividade na Engenharia de Requisitos. In A. Rocha, R. Goncalves, F. G. Penalvo, & J. Martins (Eds.), *Proceedings of CISTI 2021 - 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies* (pp. 1-6). (Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI). IEEE Computer Society Press. <https://doi.org/10.23919/CISTI52073.2021.9476532>

© 2021 IEEE. Personal use of this material is permitted. Permission from IEEE must be obtained for all other uses, in any current or future media, including reprinting/republishing this material for advertising or promotional purposes, creating new collective works, for resale or redistribution to servers or lists, or reuse of any copyrighted component of this work in other works.

Uma nova Abordagem para a Sustentabilidade e Criatividade na Engenharia de Requisitos

A new Approach to Sustainability and Creativity in Requirements Engineering

Clara Silveira

Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico da Guarda /UDI

Guarda, Portugal

mclara@ipg.pt

Leonilde Reis

Escola Superior de Ciências Empresariais
Instituto Politécnico de Setúbal

Setúbal, Portugal

leonilde.reis@esce.ips.pt

Vitor Santos

NOVA Information Management School
Universidade Nova de Lisboa

Lisboa, Portugal

vsantos@novaims.unl.pt

Henrique Mamede

INESC TEC

Departamento de Ciências e Tecnologia

Universidade Aberta

Lisboa, Portugal

hsmamede@gmail.com

Resumo — As atuais preocupações no domínio da sustentabilidade são transversais a diversas áreas. Nesse sentido, a capacidade de as organizações utilizarem eficazmente as tecnologias da informação e comunicação e apostarem na sustentabilidade, na inovação e na criatividade são reconhecidamente fatores importantes. Neste artigo, é proposta uma abordagem para a incorporação de fatores de sustentabilidade aquando da introdução da criatividade no processo de Engenharia de Requisitos. Tendo em vista a construção de Sistemas de Informação mais ágeis e sustentáveis é apresentado um caso de aplicação da abordagem na identificação de requisitos, incorporando preocupações de sustentabilidade. A abordagem estimula a discussão sobre a sustentabilidade nas suas múltiplas dimensões (humana, ambiental, social, técnica e económica), tendo como foco os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e as necessidades das pessoas.

Palavras Chave - Engenharia de Requisitos; Sustentabilidade; Criatividade.

Abstract — Current concerns in the field of sustainability are cross-cutting across several sectors. In this sense, the ability of organizations to effectively use information and communication technologies and to focus on sustainability, innovation and creativity are recognized as important factors. In this article, an approach is proposed to incorporate sustainability factors when introducing creativity into the Requirements Engineering process. With a view to building more agile and sustainable Information Systems, a case of applying the approach in identifying requirements is presented, incorporating sustainability concerns. The approach stimulates the discussion on sustainability in its multiple dimensions (human, environmental, social, technical, and economic), focusing on the Sustainable Development Goals and the needs of people.

Keywords - Requirements Engineering; Sustainability; Creativity.

I. INTRODUÇÃO

A Engenharia de Requisitos (ER) evoluiu muito, observando-se que agora é uma coleção das melhores práticas para o pensamento crítico pragmático e focado nos resultados - aplicável a qualquer domínio [1]. O desenvolvimento ágil também veio promover a flexibilidade e adaptabilidade perante as mudanças inevitáveis nos requisitos, produzindo software em pequenos incrementos e obtendo feedback em iterações rápidas [2]. Estudos recentes [3] identificaram que as abordagens que usam criatividade no levantamento de requisitos podem ser implementadas com sucesso em projetos reais de software. A possibilidade de recorrer a técnicas de criatividade conhecidas, ou a adaptações das mesmas, para mediar a geração de ideias, ajudar a produzir novas combinações, dar respostas inesperadas, originais, úteis e satisfatórias, na área dos Sistemas de Informação (SI) afigura-se como sendo desafiante.

Neste artigo, assumindo um âmbito mais limitado, propõe-se uma abordagem para a introdução de técnicas de criatividade e inovação no processo de ER, tendo em vista a construção de SI mais ágeis e sustentáveis, que permitam, consequentemente, maior competitividade empresarial. Para superar as barreiras da incorporação da sustentabilidade no processo de ER, este artigo propõe também a integração de fatores de sustentabilidade aquando da introdução da criatividade na ER. Os trabalhos de investigação de [4] [5] reforçam a necessidade de incluir a criatividade no processo de ER. Na perspetiva dos autores, [6], [7], [8], é reconhecida a necessidade de incluir a sustentabilidade na ER. Resultados da investigação de Imran e Kosar [9] indicam a importância de considerar os aspetos técnicos e não técnicos da sustentabilidade, colocar uns em contenção e ignorar os

outros ameaçará a sustentabilidade dos produtos de software. Observando as preocupações de sustentabilidade é possível incorporar orientações nas etapas de especificação de requisitos.

O artigo está estruturado em cinco secções. Na primeira faz-se a introdução à problemática; a segunda discute a criatividade na ER; a Abordagem de incorporação de fatores de sustentabilidade e criatividade é apresentada na secção três; na secção quatro apresenta-se o caso prático; por fim, na secção cinco, as conclusões e perspectivas de trabalho futuro.

II. CRIATIVIDADE NA ENGENHARIA DE REQUISITOS

A ER preocupa-se com os objetivos, funcionalidades; e restrições dos sistemas de software [10]. O debate sobre o papel da criatividade na ER tem merecido a atenção de investigadores e profissionais [11]; [12]; [13]. Diversos autores e, especialmente os profissionais de ER, reconhecem e concordam com a importância do papel das técnicas criativas e heurísticas na resolução de problemas de engenharia [14]. Admite-se que a essência da resolução de problemas assenta na inovação, criatividade, desenho intuitivo, análise correta e gestão de projetos efetiva [15]. Também o conhecimento prévio fornece informações úteis sobre projetos anteriores e ajuda os profissionais nos estágios iniciais de geração de ideias [16].

A investigação sobre as formas como a aplicação de criatividade ocorre na ER tem sido negligenciada [14]; [17]. A aplicação das técnicas de criatividade, permitem aos engenheiros de requisitos lidar com novos problemas e domínios, contextos únicos, novas aplicações e combinações de métodos e técnicas já existentes.

A incorporação da criatividade no ensino da ER [11] [18] tem recebido crescente atenção da comunidade [19]. Têm sido continuamente realizados workshops e tutoriais sobre criatividade nas principais conferências sobre ER como são o caso das conferências *International Requirements Engineering Conference* e *Australian Workshop on Requirements Engineering*.

Os autores [20] associam as fases de preparação e incubação com a estruturação criativa e reflexiva do modelo de requisitos. Sugerem que diversas técnicas de criatividade, tais como *Brainstorming*, geração de cenários e simulações, e conceção *ad hoc* poderiam ser utilizadas para apoiar e promover a criatividade durante estas fases.

A introdução da sustentabilidade durante o processo de ER permite analisar a exequibilidade de promover e incorporar os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas [21].

III. ESTRATÉGIA DE INCORPORAÇÃO DE FATORES DE SUSTENTABILIDADE E CRIATIVIDADE

Nesta secção é apresentada uma estratégia para a incorporação de fatores de sustentabilidade aquando da introdução de técnicas criativas na ER e uma abordagem para a operacionalizar.

Assumimos que a maior parte das vezes, qualquer processo criativo que possa ter utilidade real para a ER é complexo, pelo que terá vantagem em ser regido por um método estruturado que

seja suficientemente poderoso para originar resultados relevantes, mas que seja também, suficientemente flexível para poder ser utilizado e ajustado para qualquer contexto organizacional e para qualquer abordagem de ER. O conjunto destes fatores, justificou a criação de uma abordagem estruturada específica para a introdução de processos criativos e sustentáveis na ER.

A abordagem, apresentada na Figura 1, surge no âmbito de uma metodologia mais abrangente ([22]; [23]), recorre a diversas técnicas de criatividade que se julgam ser adequadas às diferentes etapas do processo e tem inspiração nos métodos e técnicas de resolução criativa de problemas existentes, em particular no *Creative Problem Solving Process* [24] e no *Productive Thinking Model* [25]. Incorpora as dimensões da sustentabilidade e os princípios do Manifesto *Karlskrona* [6], no sentido em que a engenharia de requisitos é o ponto-chave através do qual a sustentabilidade pode ser promovida.

Como mostra a Figura 1, a abordagem inclui seis etapas ligadas entre si, indicando o fluxo de informação entre as etapas. Cada etapa contém várias atividades com ferramentas de suporte. A primeira etapa tem como objetivo proceder à constituição da equipa que irá aplicar a abordagem, designada por “Constituir a Equipa de definição dos requisitos”.

Na etapa 2, “Clarificar o Objetivo”, procura-se obter a formulação de um objetivo concreto. Isto é, fornece uma estrutura para ajudar a compreender as questões que possam contribuir para uma definição eficaz e clara de um objetivo que sirva a resolução de um problema com o qual a entidade orgânica é confrontada. O enquadramento do problema ajuda a passar de um problema genérico para um problema específico. Propõe-se a aplicação da técnica *Brainstorming*, ou seja, uma reunião destinada a incentivar a total libertação da atividade mental, sem restrições [22].

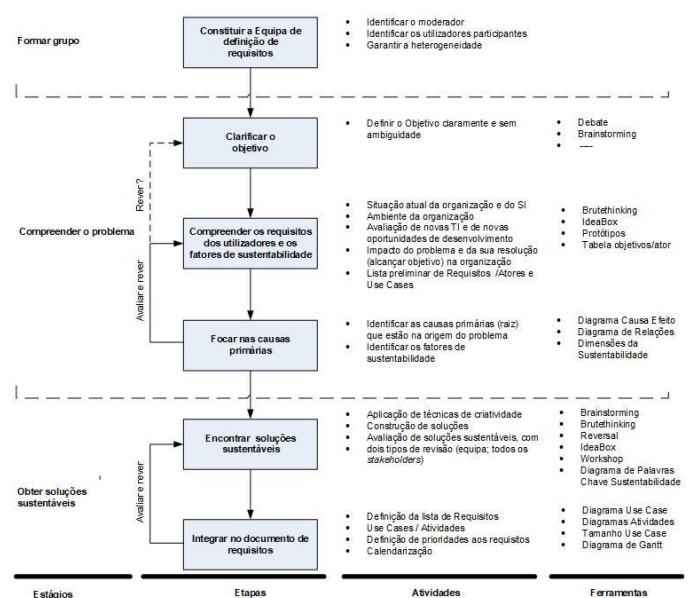


Figura 1. Abordagem para incorporar fatores de sustentabilidade e criatividade na ER

A etapa 3, “**Compreender os requisitos dos utilizadores e os fatores de sustentabilidade**”, tem por finalidade: identificar os requisitos dos utilizadores num processo de procura de uma solução criativa; interação com os *stakeholders* para identificar as suas necessidades e averiguar aquilo que deve ser construído; identificar e consultar todas as fontes de requisitos. Usam-se aplicações existentes e construção de protótipos como fonte de recolha e validação de requisitos. Elabora-se a lista preliminar de requisitos, com atores e respetivos objetivos em formato *Use Case* [26]. As atividades desta etapa incluem a análise de protótipos usando a técnica de criatividade *IdeaBox*. Esta técnica permite combinar os parâmetros (características, fatores, variáveis ou aspetos) de um desafio em novas ideias [22].

Na etapa 4, “**Focar nas causas primárias**”, identificam-se as causas primárias (raiz) que estão na origem do problema, para o efeito, propõe-se a elaboração de diagramas causa-efeito e diagramas de relações; identificam-se também os fatores de sustentabilidade, incorporaram-se os princípios do Manifesto *Karskrona* [27], nomeadamente: a sustentabilidade é sistémica; a sustentabilidade é multidimensional; a sustentabilidade é interdisciplinar; a sustentabilidade requer ação em vários níveis e várias escalas de tempo; a sustentabilidade aplica-se tanto a um sistema quanto aos seus contextos mais amplos; alterar o design para levar em consideração os efeitos a longo prazo não implica diretamente sacrifícios; a visibilidade do sistema é uma condição prévia e facilitadora do *design* de sustentabilidade. Estes princípios são gerais e abstratos, mas fornecem a base para a criação de um ponto de referência que pode ser aplicado durante a ER por diferentes partes interessadas.

A incorporação dos fatores de sustentabilidade realiza-se através da análise das cinco dimensões da sustentabilidade: humana, ambiental, social, técnica e económica. Estas dimensões da sustentabilidade estão incorporadas no Manifesto *Karlskrona* [6], no sentido de contemplar preocupações de sustentabilidade em diversos domínios, a saber:

- Sustentabilidade Humana/Individual: refere-se à manutenção do capital humano (por exemplo, saúde, educação, aptidões, conhecimento, liderança e acesso a serviços);
- Sustentabilidade Económica: visa manter o capital e o valor agregado;
- Sustentabilidade Ambiental: refere-se à melhoria do bem-estar humano, protegendo os recursos naturais: água, terra, ar, minerais e serviços dos ecossistemas;
- Sustentabilidade Técnica: refere-se à longevidade das informações, sistemas e infraestrutura e sua adequação às mudanças nas condições do ambiente;
- Sustentabilidade Social: visa preservar as comunidades sociais na solidariedade e nos serviços.

Estas dimensões estão interrelacionadas e fornecem um instrumento para desagregar e analisar questões relevantes, tendo em consideração que a sustentabilidade é fundamental para a nossa sociedade [28]. Nesta fase, importa refletir no Diagrama de Relações os princípios do manifesto *Karlskrona* e os ODS.

A etapa 5, “**Encontrar soluções sustentáveis**” tem por finalidade a construção e avaliação de soluções considerando o objetivo, as necessidades da Organização e os fatores de sustentabilidade, face à especificidade do negócio. Aplicam-se diferentes técnicas de criatividade na tentativa de obter soluções inovadoras que abordem as causas primárias já identificadas. Assim, as técnicas de criatividade propostas para esta etapa são: *Brutethinking*, *Reversal* e *IdeaBox* [22]. A técnica *Brutethinking*, caracteriza-se por ser um processo simples, desenvolvido em quatro etapas: escolher uma palavra aleatória; escolher coisas/elementos associados à palavra escolhida aleatoriamente; forçar uma ligação entre a palavra e o problema e entre as associações e o problema; listando as ideias obtidas e analisando-as [22]. A técnica *Reversal* tem origem nas transformações geradoras de ideias. Em alguns casos é melhor pensar primeiro pela negativa e depois reverter a negativa, indicar “o pior” e depois reverter para “o melhor”. Após a aplicação das técnicas criativas elabora-se o diagrama de palavras-chave da sustentabilidade, com base nas dimensões humana, ambiental, social, técnica e económica, tendo como foco os ODS e as necessidades das pessoas.

O processo iterativo da abordagem termina com a etapa 6, “**Integrar no documento de requisitos**”, que tem como objetivo incorporar as saídas do processo de ER, nomeadamente: a documentação que resulta da informação do domínio da aplicação (etapa 3); a lista de requisitos e diagramas de suporte; a informação específica com as prioridades dos requisitos (compreende a interação com os *stakeholders* para descobrir os requisitos mais importantes); eventuais protótipos do sistema; a avaliação de riscos e um planeamento da gestão do projeto. A metodologia usa a técnica de criatividade *Reversal* para atribuir ou reatribuir a classificação do tamanho aos Use Case, permitindo melhorar a atribuição de prioridades durante o processo de ER.

Para efeitos de análise, validação e garantia de qualidade dos requisitos, propõe-se efetuar revisões de requisitos a dois níveis: primeiro, a nível interno à equipa, e depois em reuniões alargadas envolvendo os vários *stakeholders*. Isto é, corresponde ao padrão *TwoTierReview* [29], em que a revisão deverá ser realizada pelo grupo completo, pelo menos uma vez.

A abordagem permitiu, recorrendo a diversas técnicas de criatividade, a sua aplicação em contexto real numa instituição de cariz social – o Centro Social de apoio à Comunidade de São Domingos (CSD).

IV. CASO DE APLICAÇÃO DA ABORDAGEM COM INCORPORAÇÃO DE FATORES DE SUSTENTABILIDADE

A Comunidade de São Domingos, em Setúbal, está integrada num Centro Social, onde se realizou o caso de estudo. Após várias sessões de trabalho e no âmbito da Identificação de Oportunidades de Inovações (IOI), pretende-se otimizar o SI e as TIC de suporte à atividade da CSD. A aplicação da abordagem centrou-se na componente criativa de levantamento de requisitos, incorporando fatores de sustentabilidade, no sentido de compreender a situação atual da organização e proceder à identificação de IOI. Salienta-se, contudo, que neste artigo apresentam-se apenas partes das componentes da abordagem.

A equipa foi constituída por um grupo heterogéneo, com elementos de várias áreas, a saber: a Responsável do Projeto, com experiência em otimização de SI; um Engenheiro de Requisitos com experiência no processo de ER; um Arquiteto de Software com experiência no desenvolvimento; e a Responsável da CSD (utilizador final).

A primeira sessão teve por objetivo identificar Oportunidades de Sistemas de Informação e caracterizar a população da CSD nas diversas vertentes. A sessão contou com a colaboração da Responsável da CSD, no sentido de analisar as lacunas do atual SI [30]. O projeto contou ainda com a colaboração do Engenheiro especialista na aplicação das técnicas de criatividade no sentido de validar a abordagem.

Com base em reuniões entre a Responsável do Projeto e a Responsável da CSD e contando também com a participação do Arquiteto de Software foi efetuado o levantamento da situação atual da organização. O desenvolvimento do projeto contou ainda, com a colaboração *on-line* do elemento Engenheiro de Requisitos, com responsabilidade de incluir os requisitos de sustentabilidade de acordo com o objetivo principal. Após a caracterização da CSD, a equipa seguiu as etapas subjacentes à condução do projeto, nomeadamente: clarificação de objetivo, compreensão dos fatores de sustentabilidade e das necessidades da organização, focalização nas causas primárias, levantamento de requisitos, descoberta de soluções sustentáveis e integração no documento de requisitos.

O principal problema foi analisado e debatida a eventual solução (objetivo), verificando-se a necessidade de “melhoria do atual SI no sentido de prestar melhores serviços à comunidade”, numa abordagem integradora ao cidadão da CSD.

Com a caracterização da CSD, nomeadamente as entidades envolvidas e o papel que desempenham, passou-se à etapa “Compreender os requisitos dos utilizadores e os fatores de sustentabilidade”, em que foram identificados os atores da CSD e respetivos objetivos, permitindo criar a lista preliminar de requisitos. Foram introduzidos para reflexão os ODS, os princípios e as dimensões da sustentabilidade.

Após reflexão (tendo aplicado a técnica de *brainstorming*) identificaram-se as causas primárias e procedeu-se à elaboração de um Diagrama de Relações (Figura 2) para identificar e listar as fontes primárias do problema. Esta atividade reflete o contributo dos ODS e dos princípios do Manifesto *Karlskrona*.

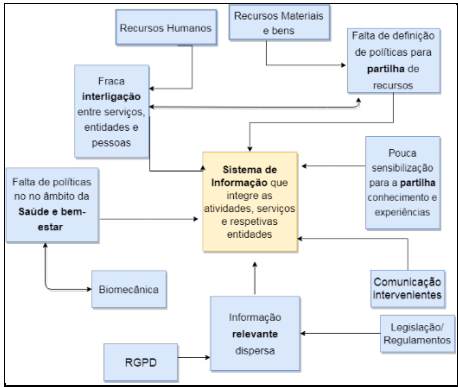


Figura 2: Diagrama de Relações - causas primárias do problema

Para identificar as causas primárias (raiz) que estão na origem do problema foi realizada uma reunião de avaliação que resultou na tabela seguinte (Tabela 1).

TABELA 1: CAUSAS PRIMÁRIAS

| Causas primárias mais prováveis | Processos usados para elencar as causas primárias |
|--|---|
| Falta de um SI que integre as atividades, serviços e respetivas entidades oficiais | Tentativa de utilizar informação agregada em folha de cálculo |
| Dispersão de conhecimento e de informações relevantes | Tentativa de partilhar a informação e o conhecimento |
| Falta de definição de políticas no âmbito da Saúde e bem-estar; partilha de recursos | Não existem |
| Pouca interligação entre serviços, entidades e pessoas | Tentativa de partilhar a informação |

No sentido de “Encontrar soluções sustentáveis”, considerando as necessidades da Organização e as causas primárias, aplicaram-se diferentes técnicas de criatividade na tentativa de obter soluções inovadoras e sustentáveis que ataquem estas causas. Neste ponto procedeu-se à seleção das técnicas criativas que se consideram ser as mais adequadas face à especificidade da organização em estudo. Nesse sentido, foram selecionadas as técnicas de *Brutethinking* e *Reversal*.

No decorrer da aplicação da técnica de criatividade *Brutethinking* introduziu-se a palavra sustentabilidade associada ao problema. Analisando as ideias obtidas foi proposto o requisito criativo para a inclusão dos ODS (3 - Saúde de Qualidade; 4 - Educação de Qualidade; 8 - Trabalho Digno e Crescimento Económico; 9 - Indústria, Inovação e Infraestruturas; 17 - Parcerias para a Implementação dos Objetivos) e das dimensões da sustentabilidade: humana, económica, ambiental, técnica e social.



Figura 3: Diagrama de palavras-chave da sustentabilidade na CSD

Repetiu-se o processo criativo partindo das dimensões da sustentabilidade para recolher as associações entre si. Desta forma, elaborou-se a Figura 3, para apresentar o resultado dessa reflexão num diagrama com palavras-chave nas cinco dimensões da sustentabilidade.

A aplicação deste processo criativo permitiu a identificação de soluções sustentáveis nas várias dimensões [30]:

- **Humana:** satisfação pessoal ao nível da saúde e bem-estar, conforto na habitação, integração na comunidade, promovendo a melhoria da autoestima;
- **Ambiental:** nesta dimensão promove-se a proteção dos recursos naturais, a diminuição das emissões de carbono e do consumo de combustível (através da partilha de transporte), evita-se o desperdício de bens perecíveis (doação de bens);
- **Social:** desempenho das tarefas de voluntariado, promovendo a solidariedade, a integração social e o acolhimento;
- **Técnica:** promove-se o *Green IT*, a reutilização e a compatibilidade de dispositivos existentes para diminuir a pegada de carbono;
- **Económica:** incentiva-se a redução nos custos pela partilha de recursos; pela doação de bens não perecíveis, e pela partilha de transporte.

Foi possível elencar novos requisitos ligados à sustentabilidade, nomeadamente no *design* da aplicação para criação de programas de voluntariado; partilha de bens de consumo; partilha de veículo; toma de medicamentos e atividade física.

Na etapa “**Integrar no documento de requisitos**”, foram incorporados, após validação, a lista de atores da CSD e respetivos objetivos (Tabela 2). Os *Use Case* apresentados na Tabela 2 correspondem aos objetivos dos atores da CSD. Cada *Use Case* representa o objetivo do ator principal, como resposta à pergunta “para que pretende usar a aplicação?”.

TABELA 2: ATORES E RESPETIVOS OBJETIVOS (USE CASE)

| Atores | Objetivos (<i>Use Case</i>) |
|---------------------------|---|
| Responsável Centro Social | Gerir perfil cidadão, voluntário, profissional saúde; Gerir tratamentos médicos / enfermagem; Gerir atividade física; Partilhar veículo; Partilhar bens e recursos; Registrar disponibilidade na plataforma de Voluntariado |
| Profissional Saúde | Gerir tratamentos médicos / enfermagem /toma de medicamentos; Partilhar veículo |
| Cidadão | Gerir atividade física; Partilhar veículo; Partilhar bens e recursos |
| Voluntário | Registrar disponibilidade na Bolsa de Voluntariado |

As atividades desta etapa incluíram a análise de protótipos (construídos para o efeito) usando a técnica de criatividade *IdeaBox*. Foi usada a técnica de criatividade *Reversal* (reversão) para definir e melhorar a atribuição de prioridades aos requisitos. A equipa usou a técnica de *Brutethinking*, em três iterações, para compreender o problema e obter soluções sustentáveis.

No âmbito do caso em estudo, a inclusão das vertentes da sustentabilidade nas dimensões humana, económica, ambiental, técnica e social, permitiu identificar novos serviços [30]: partilha de veículo; partilha de recursos; toma de medicamentos, protótipo integrando diversas valências e entidades; oferta de serviços realizados por troca direta ou a um valor muito mais baixo; criação de uma bolsa de voluntários com tarefas a nível interno ou externo à comunidade; e o estabelecimento de

parcerias no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável [21]. Neste contexto, a sustentabilidade e nomeadamente o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 17, fomenta a criação de parcerias como forma de resolver problemas organizacionais.

Importa referir que os fatores de sustentabilidade incorporados no processo de ER são passíveis de ser utilizados em qualquer projeto de SI, referindo-se os seguintes projetos: sistema de casa inteligente, máquina de lavar ou jogos [7]; assinatura digital de documentos [28]; plataforma para Pessoa em situação de sem-abrigo [31]; aplicações móveis para voluntariado e monitorização de insulina em diabéticos [32]; toma de medicação [33]; terrenos agrícolas para cultivo [34].

V. CONCLUSÕES

A aplicação da abordagem centra-se em três estágios principais: formar o grupo, compreender o problema e obter soluções sustentáveis. Esta abordagem foi aplicada a um caso real experienciando as dificuldades e tirando lições. No caso prático realizado, observou-se que a utilização da abordagem para a introdução da sustentabilidade e criatividade na ER, permitiu criar valor acrescentado no sentido de uma identificação de oportunidades que vão permitir à organização prestar serviços mais integrados e sustentáveis. Permitiu ainda, apreender que esta abordagem estimula a discussão sobre sustentabilidade nas suas múltiplas dimensões, tendo como foco os ODS e as necessidades das pessoas.

Trata-se, portanto, de uma abordagem que garante a incorporação dos fatores sustentáveis e dos ODS. Durante o processo criativo introduz-se a palavra sustentabilidade construindo-se o respetivo diagrama e identificando-se soluções sustentáveis nas suas cinco dimensões (humana, ambiental, social, técnica e económica).

As dificuldades centraram-se ao nível da introdução das técnicas de criatividade e das dimensões da sustentabilidade, devido à ausência de competências na aplicação das técnicas. Esta dificuldade foi resolvida dando formação a toda a equipa.

Globalmente conclui-se que as técnicas de criatividade foram aplicadas ao nível apropriado, tendo conseguido o objetivo de desenvolver inovações sustentáveis na organização. Foi possível incluir os fatores de sustentabilidade na abordagem criativa associando as cinco dimensões da sustentabilidade e promovendo os ODS. Foi dada à equipa/grupo orientação suficiente para que as ações não pareçam misteriosas, deixando espaço para inovar e participar.

Reitera-se que a inovação, a criatividade e a sustentabilidade ao nível técnico/não técnico e/ou funcional, são fatores importantes para o sucesso dos produtos de software. Assim, a participação de elementos com competências nestas áreas também se revela fundamental, permitindo uma reflexão sobre os requisitos e os seus efeitos na sustentabilidade.

Como trabalho futuro, pretende-se incluir fatores culturais de sustentabilidade na abordagem apresentada. Outra vertente de trabalho que pode constituir valor acrescentado será analisar a representação da organização pelo seu DNA e usar para esse fim a estrutura da arquitetura corporativa [35]. A abordagem será

aplicada em contexto académico [36] e posteriormente em contextos mais complexos como no setor industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. Callele, K. Wnuk and B. Penzenstadler, "New Frontiers for Requirements Engineering," *IEEE 25th International Requirements Engineering Conference (RE)*, pp. 184-193, 2017.
- [2] I. Jacobson and E. Seidewitz, "A new software engineering," *Communications of the ACM*, pp. 49-54, 2014.
- [3] A. Aldave, J. Vara, D. Granada and E. Marcos, "Leveraging creativity in requirements elicitation within agile software development: A systematic literature review," *Journal of Systems and Software*, 2019.
- [4] S. Thew and A. Sutcliffe, "Investigating the role of soft issues in the RE process," *16th IEEE International Requirements Engineering Conference*, p. 63-66, 2008.
- [5] S. Thew and A. Sutcliffe, "Value-based requirements engineering: method and experience," *Requirements Engineering*, p. 23:443-464, 2018.
- [6] C. Becker, R. Chitchyan, L. Duboc, S. Easterbrook, B. Penzenstadler, N. Seyff and C. Venters, "Sustainability Design and Software: The Karlskrona Manifesto," in *Proc. 37th International Conference on Software Engineering (ICSE 15)*, 2015.
- [7] S. Oyedele, A. Seffah and B. Penzenstadler, "A Catalogue Supporting Software Sustainability Design," *Sustainability*, vol. 10, p. 2296, 2018.
- [8] K. Roher and D. Richardson, "Sustainability requirement patterns," in *3rd International Workshop on Requirements Patterns (RePa)*, 2013.
- [9] A. Imran and T. Kosar, "Software Sustainability: A Systematic Literature Review and Comprehensive Analysis," *Journal of Information and Software Technology*, 2019.
- [10] P. Loucopoulos, E. Kavakli and J. Mascolo, "Requirements Engineering for Cyber Physical Production Systems: The e-CORE approach and its application," *Information Systems*, 2020.
- [11] T. Bhowmik, "Creativity in Requirements Engineering: Why and How?," *IEEE Software Blog*, 2016.
- [12] M. Mahaux, L. Nguyen, I. Mich and A. Mavin, "A framework for understanding collaborative creativity in requirements engineering: Empirical validation," in *4th Int. Work. on Empirical Requirements Engineering (EmpiRE)*, 2014.
- [13] N. Maiden, S. Jones, K. Karlsen, R. Neill, K. Zachos and A. Milne, "Requirements engineering as creative problem solving: A research agenda for idea finding," in *International Requirements Engineering Conference*, 2010.
- [14] O. Hoffmann, D. Cropley, A. Cropley, L. Nguyen and P. Swatman, "Creativity, Requirements and Perspectives," *AJIS (13:1)*, 2005.
- [15] C. Silveira, "A Reutilização de Requisitos no Desenvolvimento e Adaptação de Produtos de Software," Porto: FEUP, 2006.
- [16] R. Hegde and G. S. Walia, "How to Enhance the Creativity of Software Developers: A Systematic Literature Review," in *International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE 2014*, 2014.
- [17] R. Mohanani, P. Ram, A. Lasisi and P. R. a. B. Turhan, "Perceptions of Creativity in Software Engineering Research and Practice," in *43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, 210-217, Vienna, 2017.
- [18] T. Bhowmik, N. Niu, A. Mahmoud and J. Savolainen, "Automated Support for Combinational Creativity in Requirements Engineering," in *International Requirements Engineering Conference (RE)*, 2014.
- [19] L. Nguyen and G. Shanks, "A framework for understanding creativity in requirements engineering," *Information and Software Technology*, 51, p. 655-662, 2009.
- [20] L. Nguyen and P. Swatman, "Promoting and Supporting Requirements Engineering Creativity," *Rationale Management in Software Engineering*, 2006.
- [21] United Nations Development Programme, "Sustainable Development Goals," 2015. [Online]. Available: www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html. [Accessed 02 12 2019].
- [22] V. Santos, *Criatividade em Sistemas de Informação*, Lisboa: FCA, 2018.
- [23] C. Silveira, L. Reis, V. Santos and H. Mamede, "Criatividade no Design de Protótipos - O caso das Organizações Sociais," in *CISTI'2020 - 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*, Sevilha, Espanha., 2020.
- [24] A. Osborn, *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*, Creative Education Foundation, 1963.
- [25] T. Hurson, *Think Better: An Innovator's Guide to Productive Thinking*, New York: McGraw-Hill, 2007.
- [26] I. Jacobson, I. Spence and B. Kerr, "Use Case 2.0 The Hub of software development," *ACM Queue*, vol. 14, no. 1, pp. 94-123, 2016.
- [27] C. Becker, S. Betz, R. Chitchyan, L. E. S. Duboc, B. Penzenstadler, N. Seyff and C. Venters, "Requirements: The Key to Sustainability," *IEEE Software*, pp. 33, 56-65, 2016.
- [28] B. Ovelheiro, C. Silveira and L. Reis, "Sustainability Design Applied to the Digital Signature of Documents," in *In Carvalho, L. C., Reis, L., Prata, A., & Pereira, R. (Ed.), Handbook of Research on Multidisciplinary Approaches to Entrepreneurship, Innovation, and ICTs*, IGI Global. <http://doi:10.4018/978-1-7998-4099-2.ch016>, 2021, pp. 349-374.
- [29] S. Adolph and P. Bramble, *Patterns for Effective Use Cases*, Addison-WesleyPearson Education, 2003.
- [30] C. Silveira and L. Reis, "Sustainability in Information and Communication Technologies," in *Handbook of Research on Multidisciplinary Approaches to Entrepreneurship, Innovation, and ICTs*, In Carvalho, L. C., Reis, L., Prata, A., & Pereira, R. (Ed.), IGI Global doi:10.4018/978-1-7998-4099-2.ch017, 2021, pp. 375-396.
- [31] L. Reis, C. Silveira, L. Carvalho and C. Mata, "Digitalization as a Key Issue of the Circular Economy to Promote Sustainability: Prototyping Design for Homeless People," in *Mapping, Managing, and Crafting Sustainable Business Strategies for the Circular Economy*, IGI Global. <http://doi:10.4018/978-1-5225-9885-5.ch007>, 2020, pp. 111-137.
- [32] D. Júlio, J. Torres and C. Silveira, "Diabetes Tracker & VImplementações Tecnológicas na Promoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável," in *Proceedings V International Forum on Management - IFM2021 (in press)*, Setúbal, 2021.
- [33] Design Sustainability, "Cognatio - Medication Adherence," The Karlskrona Manifesto for Sustainability Design, 2021. [Online]. Available: <https://www.sustainabilitydesign.org/2015/08/28/cognatio-medication-adherence/>. [Accessed 20 01 2021].
- [34] C. Silveira, L. Reis, L. Carvalho, C. Tomé and P. Sanches, "Sustentabilidade Multidimensional na promoção da Igualdade de Género na Ciência/Tecnologia," in *XII International Congress on Teaching Cases Related to Public and Non*, Setúbal, 2020.
- [35] R. Trotsyuk and V. Santos, "The Enterprise DNA: Static and Dynamic Digital Representation of Organizations," *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, pp. 5034-5038, 2019.
- [36] B. Penzenstadler, S. Betz, C. Venters, R. Chitchyan, J. Porras, N. Seyff, L. Duboc and C. Becker, "Everything is Interrelated: Teaching Software Engineering for Sustainability," in *IEEE/ACM 40th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training*, 2018.